

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000326079 A**

(43) Date of publication of application: **28.11.00**

(51) Int. Cl. **B23K 26/00**  
**B21D 3/02**  
**C21D 8/10**  
**C22C 38/00**  
**C22C 38/28**  
**// B23K101:06**  
**B23K103:02**

(21) Application number: **11139778**

(22) Date of filing: **20.05.99**

(71) Applicant: **NISSHIN STEEL CO LTD**

(72) Inventor: **ASADA HIROSHI**  
**NAKAKO TAKEFUMI**  
**SAKURADA YASUHIRO**

**(54) PRODUCTION OF FERRITIC STAINLESS STEEL  
WELDED TUBE SATISFACTORY IN  
WORKABILITY**

**(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To produce a stainless steel welded tube satisfactory in workability by reducing a hardness difference between a welded part and a base metal part, even after leveling.

**SOLUTION:** A ferritic stainless steel strip containing Ti, Nb of  $\leq 1$  wt.% alone or in total is

formed into an open tube, butted parts are welded by laser beam. The temp., when a welded tube passes a straightening stand, is controlled to a temp. of 150°C or lower so that a hardness difference  $\Delta HV (=HVW-HVB)$  between a Vickers hardness HVW of a welded part and a Vickers hardness HVB of a base metal part is in the range of 10-80 and a proof stress of a stock is 80% or higher of the room temp. proof stress.

**COPYRIGHT: (C)2000,JPO**

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-326079  
(P2000-326079A)

(43) 公開日 平成12年11月28日 (2000. 11. 28)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)	
B 2 3 K 26/00	3 1 0	B 2 3 K 26/00	3 1 0 J	4 E 0 6 8
			3 1 0 S	4 K 0 3 2
B 2 1 D 3/02		B 2 1 D 3/02	B	
C 2 1 D 8/10		C 2 1 D 8/10	D	
C 2 2 C 38/00	3 0 2	C 2 2 C 38/00	3 0 2 Z	
審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平11-139778

(22) 出願日 平成11年5月20日 (1999. 5. 20)

(71) 出願人 000004581

日新製鋼株式会社

東京都千代田区丸の内3丁目4番1号

(72) 発明者 朝田 博

兵庫県尼崎市鶴町1番地 日新製鋼株式会  
社技術研究所内

(72) 発明者 仲子 武文

兵庫県尼崎市鶴町1番地 日新製鋼株式会  
社技術研究所内

(74) 代理人 100092392

弁理士 小倉 亘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加工性の良好なフェライト系ステンレス鋼溶接管の製造方法

## (57) 【要約】

【目的】 矯正加工後においても溶接部と母材部との硬度差を小さくし、加工性の良好なステンレス鋼溶接管を得る。

【構成】 T i, N b を単独又は複合で1重量%以下含有するフェライト系ステンレス鋼帯をオープンパイプに成形し、突合せ部をレーザ溶接する。溶接管が矯正ロールスタンドを通過する際の温度を、溶接部のビッカース硬さ H V<sub>W</sub> と母材部のビッカース硬さ H V<sub>B</sub> との硬度差 Δ H V (= H V<sub>W</sub> - H V<sub>B</sub>) が10~80の範囲になるように、150℃以下で且つ素材の耐力が室温耐力の80%以上となる温度域に制御する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 Ti, Nb を単独又は複合で 1 重量% 以下含有するフェライト系ステンレス鋼帯をオープンパイプに成形し、突合せ部をレーザ溶接した後、溶接部のビッカース硬さ  $HV_w$  と母材部のビッカース硬さ  $HV_b$  との硬度差  $\Delta HV (=HV_w - HV_b)$  が 10~80 の範囲になるように、150℃以下で且つ素材の耐力が室温耐力の 80% 以上となる温度域で溶接後の矯正ロールスタンドを通過させることを特徴とする加工性の良好なフェライト系ステンレス鋼溶接管の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、拡張、曲げ等の加工時に溶接部に割れが発生しない加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼溶接管を製造する方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】フェライト系ステンレス鋼溶接管は、ステンレス鋼帯を幅方向に曲げ加工してオープンパイプを成形し、幅方向両端部を溶接することにより製造されている。幅方向の曲げ加工には、成形ロールを多段配置した従来のロールフォーミング法や本発明者等が開発したロールレスフォーミング法が採用されている。たとえば、ロールレスフォーミング法に従った造管ラインでは、図 1 に示すように鋼帯 S に曲げ・曲げ戻しロール 1 で予歪みを与え、サイドロール 2 で案内しながら鋼帯 S を幅方向にカールさせてオープンパイプに成形する。シームガイドロール 3 を経てオープンパイプをスクイズロール 4 に送り込み、レーザヘッド 5 に設けた溶接機で幅方向両端部をレーザ溶接する。なお、高温に加熱された溶接部の酸化や窒化を防止するため、スクイズロール 4 を適宜シールドボックス 6 に収容する。幅方向両端部の溶接で得られた溶接管 P は、溶接部に形成されているビードを研磨砥石 7 等で切削して平滑面にした後、サイジングロール 8、曲取りロール 9 等の矯正ロールスタンドを経て送り出され、製品管に定寸切断される。

【0003】ロールレスフォーミング法とレーザ溶接法とを組み合わせた溶接管の製造に関し、本発明者等は、溶接部及び母材部の硬さをバランスさせるとき溶接管の加工性が改善されることを特開平 7-265941 号公報で紹介した。具体的には、荷重 300g で測定した溶接部のビッカース硬さ  $HV_w$  と母材部のビッカース硬さ  $HV_b$  との硬度差  $\Delta HV (HV_w - HV_b)$  が 10~80 の範囲に維持されるように、レーザ出力及び造管速度を制御している。製造された溶接管に拡張等の加工を施すと、溶接部における割れの発生が抑制され、良好な形状をもつ製品が得られる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】厳密な真円度が要求されない極薄肉溶接管を対象とする場合、溶接部と母材部との間で硬さバランスを図るだけで溶接管の加工性が改

善される。しかし、寸法精度が要求される溶接管の製造では、溶接管の真円度及び真直度を出すために溶接工程に引き続いて矯正ロールを用いた加工が施されている。ところで、レーザ溶接法で製造された溶接管は、入熱量が小さいものの溶接時に加熱域が極めて狭い範囲に限られるため、溶接直後においては溶接部と母材部との間の温度差が大きくなる。大きな温度差は、温度上昇に伴って素材の耐力が低下することから、母材部に比較してレーザ溶接部の強度が低いことを意味する。母材部と溶接部との間に強度差がある溶接直後の高温状態のまま、真円度及び真直度を出すために矯正ロールを通過させると、矯正ロールで溶接管に加えられる周方向の歪みが耐力の低い溶接部に集中する。その結果、母材部に比較して溶接部の加工度が大きくなり、溶接部の加工硬化が促進される。

【0005】なかでも、Ti, Nb 等の安定化元素を添加したフェライト系ステンレス鋼にあつては、素材段階では C, N 等の元素を安定化元素で固定することにより固溶量を低減しているが、急熱・急冷の熱サイクルを受けるレーザ溶接部では安定化元素による固定化作用が十分に発揮されない。そのため、C, N 等の元素が固溶状態のまま維持される傾向にある。多量の固溶元素を含む溶接部を高温状態でロール加工すると、固溶元素及び加工歪みによって歪み時効現象が促進される。これによっても、レーザ溶接部の硬さが著しく上昇する。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、このような問題を解消すべく案出されたものであり、溶接工程から矯正工程に送られる溶接管の温度を適正に管理することにより、レーザ溶接部の加工硬化や歪み時効を抑制し、レーザ溶接部と母材部との間の硬さバランスを改善し、加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼溶接管を製造することを目的とする。本発明の製造方法は、その目的を達成するため、Ti, Nb を単独又は複合で 1 重量% 以下含有するフェライト系ステンレス鋼帯をオープンパイプに成形し、突合せ部をレーザ溶接した後、溶接部のビッカース硬さ  $HV_w$  と母材部のビッカース硬さ  $HV_b$  との硬度差  $\Delta HV (=HV_w - HV_b)$  が 10~80 の範囲になるように、150℃以下で且つ素材の耐力が室温耐力の 80% 以上となる温度域で溶接後の矯正ロールスタンドを通過させることを特徴とする。

## 【0007】

【実施の形態】溶接部の硬質化は、大別すると、溶接後の矯正工程で母材部に比較して耐力が低い溶接部に歪みが集中すること、矯正加工で導入された加工歪み及び固溶元素の相互作用により歪み時効が溶接部で優先的に進行することに原因がある。各原因が溶接部の硬さに及ぼす影響を調査した結果、使用する素材の耐力が常温耐力の 80% 以上となる温度域では顕著な歪み集中による硬化が生じないことを見出した。なお、素材としては、

C, N等を固定するためにTi, Nbの1種又は2種以上を1重量%以下含むフェライト系ステンレス鋼が使用される。具体的には、使用素材である鋼帯Sを温間引張試験して各試験温度における引張強さ及び0.2%耐力を求め、溶接ビードが各試験温度となる位置に矯正スタンドのサイジングロール8を配置し、溶接管Pを矯正加工した。矯正加工後に溶接部の硬さを測定し、サイジングロール8が配置された位置における溶接管Pの温度との関係を調査した。鋼帯Sとして表1の鋼種Aを用いた図2の調査結果にみられるように、鋼帯Sの耐力が常温耐力の80%以上となる温度域で矯正加工するとき、顕著な歪み集中がなく溶接部が硬化しないことが判った。

【0008】歪み時効に関しては、レーザ溶接した引張試験試験片を種々の試験温度で15%の引張歪みを与え、冷却後に溶接部の硬さを調査した。試験片としては、表1の鋼種Aを用い、引張方向と平行にレーザ照射してビードオンプレート溶接した試験片を用意した。溶接部の硬さと引張り歪み付与時の温度との関係を示す図3にみられるように、200℃以上の温度で溶接部を加工したときには硬さが顕著に上昇するが、150℃以下に加工温度を下げると歪み時効が進行しないことが判つ\*

表1：実施例で使用した各種フェライト系ステンレス鋼の組成

鋼種	合金成分及び含有量 (重量%)							区分
	C	Si	Mn	Cr	Ti	Nb	Ti+Nb	
A	0.008	0.56	0.20	18.0	—	0.50	0.50	本発明例
B	0.009	0.52	0.23	14.0	0.25	0.35	0.60	
C	0.010	0.30	0.20	13.2	0.20	—	0.20	
D	0.06	0.55	0.21	18.2	—	—	—	比較例

【0012】ロールレスフォーミングによる造管ライン(図1)で鋼帯Sを外径38.1mmのオープンパイプに成形し、鋼帯幅方向両端部をレーザ溶接した。レーザ溶接に際しては、溶接部と母材部との硬度差 $\Delta HV$ を変化させるため種々の溶接条件を採用した。また、スクイズロール4から出た溶接管Pがサイジングロール8を通過するときの温度T(℃)が異なるように、スクイズロール4からサイジングロール8までの間における溶接管Pに対する冷却条件を種々変更した。製造された溶接管Pから試験用鋼管を切り出し、拡管試験に供した。拡管試験では、6分割の拡管工具を油圧シリンダで拡管するサイザー拡管機を用い、溶接部を工具の隙間に位置させた状態で拡管する条件を採用し、割れが発生しない限界拡管率、発生した割れの個所及び形態によって加工性を評価した。

\*た。

【0009】以上の結果から、スクイズロール4からサイジングロール8に溶接管Pを送る間に、サイジングロール8の位置における溶接ビードの温度が溶接管Pの耐力が常温耐力の80%以上で且つ150℃以下の温度域に入るように溶接管Pを冷却するとき、溶接部の硬質化が抑制され、製品溶接管の加工性が改善されることが予測される。しかし、当該温度域で矯正加工しても、加工を受けた溶接ビードは若干硬化する。この点では、矯正加工で上昇する硬化分を考慮し、溶接条件を調整して矯正加工前の溶接ビードの硬さを低くすることが好ましい。たとえば、溶接速度V(m/分)に対するレーザパワーP(kw)の比として表わされるレーザ溶接時の入熱 $P/V$ は図4(鋼種:A)に示すように溶接部の硬さに影響を及ぼすことが判っているので、溶接ビードの硬さが低くなるように入熱 $P/V$ を制御する。

【0010】

【実施例】溶接管用素材としては、表1に示した組成をもち、板厚0.6mm、板幅117.6mmのフェライト系ステンレス鋼帯を使用した。

【0011】

【0013】調査結果を、サイジングロール8を溶接管Pが通過するときの温度T(℃)及び溶接部と母材部との硬度差 $\Delta HV$ との関係で表2に示す。表2から明らかなように、通過温度T及び硬度差 $\Delta HV$ が本発明で規定した範囲にある試験番号1, 5の溶接管は、限界拡管率が25%を超え、割れも母材部の延性破断であることから、加工性に優れていることが判る。これに対し、通過温度T及び硬度差 $\Delta HV$ が本発明で規定した範囲より高い試験番号2, 硬度差 $\Delta HV$ が本発明で規定した範囲より高い試験番号3, 通過温度Tが本発明で規定した範囲より高い試験番号4, Ti, Nb無添加のステンレス鋼Dを使用した試験番号6は、何れも14%以下の低い限界拡管率を示し、割れも溶接部の脆性破断であった。

【0014】

表2：造管条件が拡張率及び割れ発生に及ぼす影響

試験 番号	鋼種	矯正ロール 通過温度 ℃	硬度差 $\Delta HV$	限界拡張率 %	割れ発生状況		区分
					箇所	形態	
1	A	100	40	27	母材部	延性	本発明例
2	A	250	100	6	溶接部	脆性	比較例
3	B	120	90	14	溶接部	脆性	比較例
4	B	180	70	11	溶接部	脆性	比較例
5	C	90	70	26	母材部	延性	本発明例
6	D	100	50	10	溶接部	脆性	比較例

硬度差 $\Delta HV$ ＝溶接部の硬さ $HV_w$ －母材部の硬さ $HV_B$   
下線は、本発明で規定した範囲を外れることを示す。

【0015】以上の実施例においては、ロールレスフォーミング法による造管を説明したが、通常のロールフォーミングで成形したオープンパイプをレーザ溶接して造管する場合にも、同様に通過温度 $T$ 及び硬度差 $\Delta HV$ を制御することにより加工性に優れた溶接管が製造される。

#### 【0016】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明では、Ti、Nbを添加したフェライト系ステンレス鋼管をレーザ溶接にて製造する際に、レーザ溶接された溶接管が矯正ロールを通過するときの温度及び溶接部と母材部との硬度差を適正に管理している。これにより、過酷な拡張、曲げ等の加工を受けた場合でも割れの発生が抑えられ、加工性に優れた溶接管が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 ロールレスフォーミング法を組み込んだ造管

ライン

【図2】 引張強さ、0.2%耐力及び矯正加工を受けた溶接部の硬さが試験温度に応じて変わることを示したグラフ

20 【図3】 レーザ溶接後に引張歪み15%を与えた試験片の溶接部の硬さが試験温度に応じて変わることを示したグラフ

【図4】 溶接速度に対するレーザパワーの比として表わされるレーザ溶接時の入熱が溶接部の硬さに及ぼす影響を表わしたグラフ

#### 【符号の説明】

1：曲げ・曲げ戻しロール 2：サイドロール

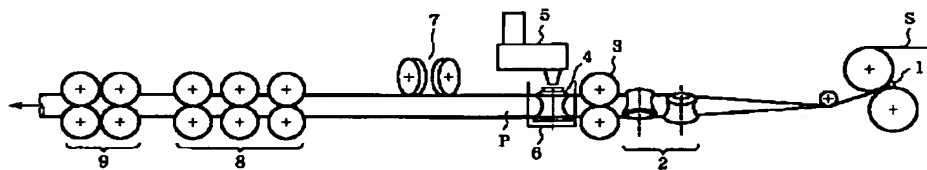
3：シームガイドロール

4：スクイズロール 5：レーザヘッド 6：シールドボックス

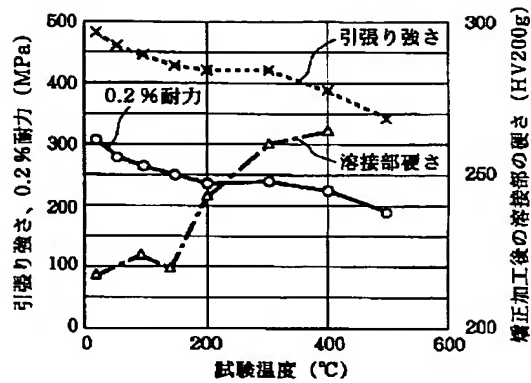
30 7：研磨砥石 8：サイジングロール

9：曲取りロール

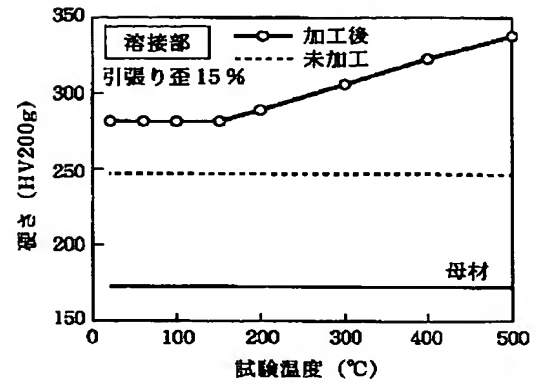
【図1】



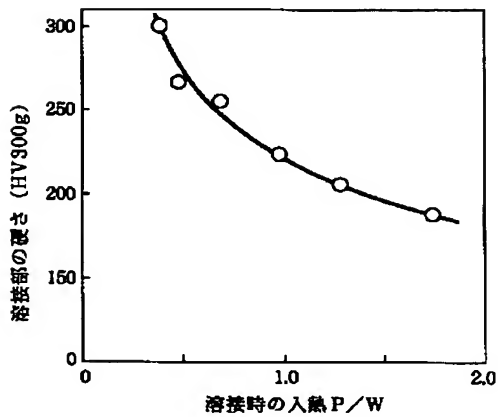
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
C 2 2 C 38/28  
// B 2 3 K 101:06  
103:02

識別記号

F I  
C 2 2 C 38/28

テーム(参考)

(72) 発明者 桜田 康弘  
兵庫県尼崎市鶴町 1 番地 日新製鋼株式会  
社技術研究所内

F ターム(参考) 4E068 AA02 BG01 CB06 DA15 DB01  
4K032 AA04 AA13 AA16 AA22 AA31  
AA35 BA03 CH04 CM01